

1 Introdução

O crescente uso de antenas microfita para solução em diversas aplicações como radares, antenas de dispositivos móveis, antenas para aplicações médicas, dentre outras, aumentou o interesse por estudos e análises que resolvam com a maior precisão e o menor tempo computacional possível a impedância de entrada, o diagrama de radiação e o acoplamento para esse tipo de antena. As antenas microfita são uma opção bastante interessante quando o objetivo é que a antena seja leve, de banda estreita e pouco complexa em termos de fabricação. Tais antenas apresentam baixo peso por serem formadas basicamente por uma camada de substrato apoiada sobre um plano de terra e um *patch* metalizado sobre a camada de dielétrico, com alimentação por cabo coaxial ou por microfita. A Figura 1.1 apresenta a configuração básica desse tipo de antena.

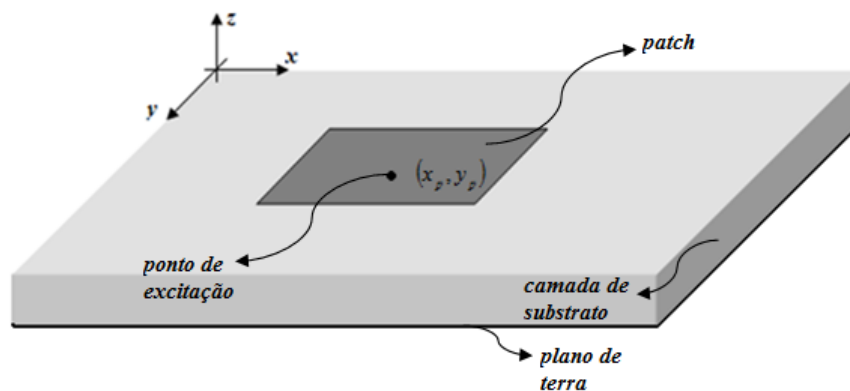


Figura 1.1 – Antena Microfita

A análise eletromagnética de antenas de microfita pode ser realizada através de diversos métodos. Alguns estudos utilizam o modelo por linha de transmissão [1] ou o modelo por cavidade [2] e [3] para análise das antenas. Há ainda estudos que utilizam o Método dos Momentos, como os apresentados em [4] e [5]. Além disso, o Método dos Elementos Finitos ou a Técnica de Integrais Finitas também podem ser utilizados na análise.

O modelo por linha de transmissão [1] e o modelo por cavidade [2] e [3] são modelos analíticos que utilizam aproximações na solução eletromagnética da antena. Neles, a antena é modelada como uma seção de linha de transmissão ou como uma cavidade e devido às simplificações, são obtidos resultados pouco precisos na análise eletromagnética. Por outro lado, a simplicidade das equações envolvidas na solução do problema resulta em menor demanda computacional, tanto de memória quanto de processamento.

No Método dos Momentos [4], a utilização das Funções de Green permite modelar de forma acurada os campos no interior da camada de dielétrico, permitindo considerar as ondas de superfície excitadas no substrato. Com isso, são obtidos resultados mais precisos que no caso do modelo por linha de transmissão e no modelo por cavidade embora a demanda computacional seja maior. No modelo alternativo apresentado em [5], também baseado no Método dos Momentos, é utilizada uma abordagem aproximada para analisar os campos na camada de dielétrico da antena. A aproximação leva a resultados menos precisos se comparados com os resultados apresentados em [4]. Por outro lado, as equações envolvidas na solução do problema são mais simples devido às aproximações, o que reduz a demanda por processamento e tempo computacional quando comparado com o método apresentado em [4].

O Método dos Momentos apresenta limitações ao aproximar a excitação por um impulso de corrente localizado no *patch* metalizado. Além disso, este método é pouco flexível no modelamento da geometria da antena e o plano de terra é suposto infinito. No Método dos Elementos Finitos e na Técnica de Integrais Finitas, é possível utilizar as dimensões do cabo coaxial no modelamento da excitação, além de ser possível modelar a antena com as dimensões que serão utilizadas na sua fabricação, considerando plano de terra finito. Com isso, resultados mais precisos são obtidos se comparados com o Método dos Momentos. Por outro lado, por utilizarem malha adaptativa na solução numérica das antenas, o Método dos Elementos Finitos e a Técnica de Integrais Finitas elevam a demanda por memória e tempo computacional. A utilização do Método dos Momentos na análise de antenas de microfita garante um compromisso entre precisão e tempo e memória de computação e essa é a motivação para a utilização desse método de análise neste trabalho.

No capítulo 2, é apresentado o desenvolvimento da solução das Equações de Maxwell para o campo eletromagnético espalhado por um *patch* metálico em uma antena microfita retangular alimentada por cabo coaxial.

No capítulo 3, é feita uma análise eletromagnética da antena microfita. É feita uma descrição do método de análise (Método dos Momentos) e apresentada a solução numérica da impedância de entrada da antena. Algumas dificuldades numéricas, como a presença de pólos no integrando das equações integrais envolvidas no método de análise do campo elétrico da antena e o seu comportamento assintótico, são analisadas. É feita uma análise comparativa de desempenho numérico de técnicas apresentadas por diversos autores para a solução do comportamento assintótico do integrando. Finalmente, são apresentadas as funções de expansão utilizadas no Método dos Momentos para a solução da densidade de corrente espalhada no *patch* metalizado.

O capítulo 4 dedica-se à validação de um algoritmo proposto neste trabalho para análise da antena microfita pelo Método dos Momentos. Os resultados obtidos com o algoritmo são comparados com os resultados apresentados em [4], obtidos com apenas um modo na expansão da densidade de corrente espalhada no *patch*, o que, de acordo com o autor, foi considerado suficiente para a obtenção de resultados com erro pequeno. Neste trabalho, é feita uma análise da convergência dos resultados obtidos pelo algoritmo proposto com o número de modos utilizados na expansão da densidade de corrente. Essa é uma contribuição ao trabalho apresentado em [4] uma vez que o autor considera apenas um modo na aproximação da densidade de corrente espalhada no *patch*. Além disso, é feita uma análise da influência do limite do terceiro intervalo de integração em β na impedância de entrada da antena. Essa análise é também uma contribuição ao trabalho apresentado em [4] uma vez que destaca a importância da escolha adequada desse limite de integração na acurácia dos resultados.

O capítulo 5 apresenta uma comparação entre os resultados obtidos pelo Método dos Momentos, pelo Método dos Elementos Finitos (Ansoft HFSS) e pela Técnica das Integrais Finitas (CST). As discrepâncias entre os resultados são exploradas. São feitas variações nos parâmetros de entrada (dimensões do plano de terra, malha numérica, posição da condição de fronteira de radiação, critério de convergência e dimensões do cabo coaxial de excitação) no Método dos Elementos Finitos e na Técnica das Integrais Finitas com o objetivo de assegurar a

acurácia dos resultados obtidos e com isso permitir a comparação com o Método dos Momentos.

O capítulo 6 descreve as conclusões do presente trabalho e apresenta uma comparação entre os métodos utilizados na solução da antena microfita alimentada por cabo coaxial.